

JAPANESE PATENT PUBLICATION

(11)Publication number : 10-209555

(43)Date of publication of application : 07.08.1998

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

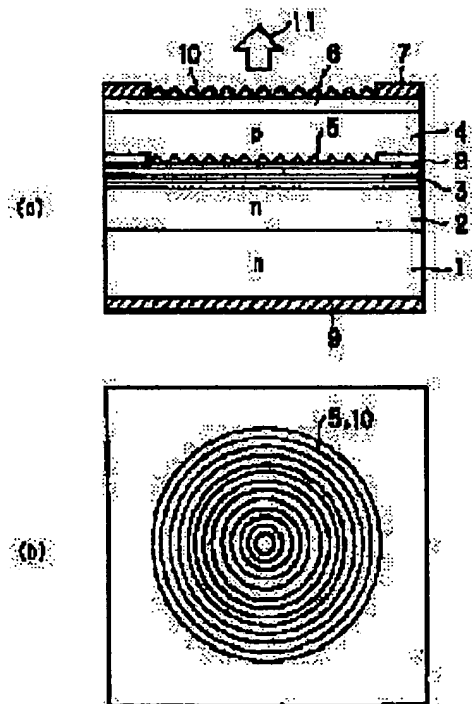
(21)Application number : 09-006833

(71)Applicant : FUJIKURA LTD

(22)Date of filing : 17.01.1997

(72)Inventor : SEKIGUCHI TOSHISADA

(54) SURFACE EMISSION TYPE SEMICONDUCTOR LASER



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface emission type semiconductor laser which makes it possible to fetch a circular focused beam and to efficiently couple it to fiber, and utilizes a diffractive grating which makes it possible to judge a defective or non-defective judgement without cleaving.

SOLUTION: A DFB type semiconductor laser is provided by forming an n-type lower clad layer 2, a waveguide laser, containing an i-type active layer 3, and a p-type upper clad layer 4 successively on an n-type semiconductor substrate 1, and a diffractive grating 5 is formed along the waveguide layer for distributed feedback of light. The diffractive grating 5 constitutes a laser resonator in 360° direction on the plane in

parallel with substrate surface, as the secondary diffractive grating describing a concentric circular pattern, centering on the center of the concentric circular pattern. The obtained laser beam is fetched in the direction vertical to substrate surface by diffractive effect, and the circular output light beam, which is fetched by forming a grating lens 10 of a concentric circular pattern on the substrate surface of the region where the diffractive grating is formed, is used as a focussed light beam 11.

[Claim(s)]

[Claim 1] Sequential formation of the waveguide road layer and up cladding layer which contain a lower cladding layer and a barrier layer in a semi-conductor substrate is carried out. Are the semiconductor laser in which the diffraction grating for distribution feedback of light was formed along with said waveguide road layer, and said diffraction grating as secondary diffraction grating describing a concentric circle pattern While taking out the laser beam which constitutes a laser cavity in the direction of 360 degree in a field parallel to a substrate front face, and is obtained in the direction vertical to a substrate front face according to the diffraction effect centering on the core of the concentric circle pattern Surface-emitting type semiconductor laser characterized by coming to form the grating

lens of the concentric circle pattern for making into a focusing light beam the circular output light beam taken out by the substrate front face of the field in which said diffraction grating was formed.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the surface-emitting type semiconductor laser using a diffraction grating.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, DFB (Distributed Feed-Back) laser and DBR (Distributed Bragg Reflector) laser are known as semiconductor laser of the single longitudinal mode. Although a DBR laser differs from an active region to a DFB laser performing distribution feedback of light in the active region where current impregnation is made at the point which constitutes a distribution reflector on both sides (or one side) of the distant active region, it is common in that distribution feedback of the light by the diffraction grating is used fundamentally. Therefore, a DFB laser is hereafter used as a generic name of the semiconductor laser of the diffraction-grating mold containing a DBR laser. A DFB laser is an end-face radiation mold which injects output light to a substrate front face and a parallel direction like many other semiconductor laser. It is difficult to make the same the flare angle of the perpendicular direction of output light, and a horizontal flare angle in this end-face radiation mold, therefore it is not good. [of the joint effectiveness to the fiber of output light etc.] Moreover, an assembly is also difficult, and it is unsuitable in order to build the highly efficient optical-integrated-circuit system of a mass fiber communication link and others which perform optical coupling in three dimension especially.

[0003] On the other hand, the surface-emitting type semiconductor laser which takes out laser output light perpendicularly on a substrate front face is proposed variously in recent years. Surface-emitting type semiconductor laser is roughly divided into two methods of a vertical type and a water flat tip. A vertical type constitutes the Fabry-Perot resonator in the direction vertical to a substrate front face, and room temperature continuous oscillation is also reported. A water flat tip constitutes a resonator as well as the usual laser at a level with a substrate front face, takes out light perpendicularly using a diffraction grating etc., and has a DFB laser using the secondary diffraction grating typically.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The field luminescence semiconductor laser of a vertical type has a complicated production process, and unlike a water flat tip, since a reflective mirror is not a cleavage plane, it has the problem that it is difficult to obtain the mirror of a high reflection factor. On the other hand, the field luminescence semiconductor laser of a diffraction-grating mold is advantageous at the point that the manufacturing technology of the conventional DFB laser can be used almost as it is. However, at the structure of the usual DFB laser, a luminescence side is several 100 micrometers. There is a problem that it is also difficult to become the long and slender thing to say, therefore to join together efficiently to a fiber. Moreover, in the usual DFB laser, since using another side as an outgoing radiation edge which coated the antireflection film is performed, if it uses one side of two cleavage planes as a reflective mirror 100%, for example, and cleavage is not carried out eventually, there is also a problem that a quality cannot be judged.

[0005] This invention aims at offering the surface-emitting type semiconductor laser using the diffraction grating which enabled it to perform a quality judging, without performing cleavage while it makes it possible to have been made in consideration of the above-mentioned situation, to take out a circular focusing light beam, and to combine with a fiber efficiently.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Sequential formation of the waveguide road layer and up cladding layer to which this invention contains a lower cladding layer and a barrier layer in a semi-conductor substrate is carried out. Are the semiconductor laser in which the

diffraction grating for distribution feedback of light was formed along with said waveguide road layer, and said diffraction grating as secondary diffraction grating describing a concentric circle pattern. While taking out the laser beam which constitutes a laser cavity in the direction of 360 degree in a field parallel to a substrate front face, and is obtained in the direction vertical to a substrate front face according to the diffraction effect centering on the core of the concentric circle pattern. It is characterized by coming to form the grating lens of the concentric circle pattern for making into a focusing light beam the circular output light beam taken out by the substrate front face of the field in which said diffraction grating was formed.

[0007] According to this invention, the laser cavity is constituted in the direction of 360 degree using the secondary diffraction grating describing a concentric circle pattern. If its attention is paid to the cross section of a certain arbitration, it is the same as that of the DFB laser of the surface-emitting type by which the conventional proposal is made, and distribution feedback of the light excited by the barrier layer will be carried out by the diffraction grating, and a part will be diffracted and will be perpendicularly taken out by the substrate side at the same time it carries out laser oscillation. Moreover, Fresnel reflection of a part of light diffracted perpendicularly is further carried out on a substrate front face, and it is again combined with a waveguide road layer by the diffraction grating. Without performing the above actuation about all the 360-degree directions centering on the core of a diffraction grating, and using the echo by the cleavage plane, the circular output light beam which has the peak of optical reinforcement in the core of a diffraction-grating pattern is obtained, and it becomes the circular focusing light beam which condenses in a lens focal location with the grating lens with which this was formed in the substrate front face. An output serves as the single longitudinal mode by DFB.

[0008] Therefore, according to this invention, since a circular output light beam is obtained, and this is extracted with a grating lens and condensed, high joint effectiveness is acquired on the occasion of association to a fiber etc. Moreover, since the echo of a cleavage plane is not used for laser resonance, it cannot be based on cleavage but the quality judging of a chip can be performed. Moreover, production of a flat-surface laser array is easy, and, thereby, construction of a three-dimension optical integrated circuit becomes easy.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 (a) and (b) are the sectional views and top views of a surface-emitting type DFB laser concerning one example of this invention. On the semi-conductor substrate 1 (the buffer layer is formed preferably) of n mold, sequential formation of the lower cladding layer 2 of n mold, the barrier layer 3 of i mold, and the up cladding layer 4 of p mold is carried out. In the case of this example, a barrier layer 3 has the MQW structure which consists of an ingredient with a larger refractive index than the lower cladding layer 2 and the up cladding layer 4, and this serves as a waveguide road layer almost as it is.

[0010] In the case of this example, the barrier layer 3 is formed throughout the substrate, makes a concentric circle pattern near the interface with that up cladding layer 4, and the secondary diffraction grating 5 is formed. That is, a barrier layer 3 is in the lower part of the diffraction-grating 5 whole describing a concentric circle pattern. The diffraction grating 5 of this concentric circle pattern is made as follows, for example. The thin waveguide road layer 8 is formed in the wafer with which the barrier layer 3 was formed, a resist is applied on this waveguide road layer 8, and electron beam exposure is performed. Electron beam exposure scans an electron beam, adjusting the light exposure distribution. And a resist is developed, the resist pattern with which thickness serves as a chopping sea-like repeat in a certain cross section is formed, and the waveguide road layer 8 is etched using this.

[0011] Thus, the diffraction grating 5 was formed upwards, the laminating of the up cladding layer 4 is carried out, the ohmic contact layer 6 is formed further, and the grating lens 10 of a concentric circle pattern is formed so that it may lap to the field of a diffraction grating 5 on this. This grating lens 10 is fundamentally formed by the same technique as a

diffraction grating 5 for example, of a glass layer. At this time, by controlling the exposure scan time of an electron beam, a pitch serves as the so-called char PUTOGU rating which becomes small, so that it goes outside. And the anode electrode 7 is formed in the outside of the grating lens 10, and the cathode electrode 9 is formed in the rear face of a substrate 1 on the whole surface.

[0012] If it is the case of the DFB laser of an InP system concretely, to a substrate 1, the lower cladding layer 2, and the up cladding layer 4, using InP, a barrier layer 3 will carry out two or more layer laminating of the 1-y layer of the $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{AsP}(s)$ which changed the presentation ratio x and y little by little by turns, and will make MQW structure. Let the waveguide road layer 8 be an InGaAsP layer.

[0013] It means that the DFB laser by this example serves as cross-section structure which shows every cross section passing through the core of a diffraction grating 5 in drawing 1 (a), and the DFB resonator was constituted in the direction of 360 degree centering on the core of a diffraction grating 5. And a part of light obtained by laser resonance is perpendicularly taken out by the substrate front face by the secondary diffraction grating 5. A part of light diffracted up by the diffraction grating 5 starts Fresnel reflection on a substrate front face, it is returned to a barrier layer 3, and the standing wave from which excitation light serves as a peak by this at the core of the diffraction grating 5 of a concentric circle pattern stands. And with the grating lens 10 of a concentric circle pattern, as shown in drawing 1 (a), the circular focusing light beam 11 is obtained.

[0014] According to this example, it becomes possible to consider as the circular focusing light beam 11 with the diffraction grating 5 and the grating lens 10 of a concentric circle pattern, and to combine with a fiber efficiently as well as the laser oscillation of the single longitudinal mode being obtained by the DFB resonator. Moreover, the quality judging of a chip can be performed in a wafer phase, without performing cleavage, since the echo of a cleavage plane is not used for laser resonance. Furthermore, production of a flat-surface laser array is also easy, and it becomes possible to build a three dimensions highly efficient optical integrated circuit.

[0015] Drawing 2 is the example which transformed the example of drawing 1 slightly. In the example of drawing 1, to having formed all over the substrate mostly in the form where the field [directly under] of the anode electrode 7 with which a current concentrates a diffraction grating 5 is avoided, drawing 2 is the form which overlaps the field of the anode electrode 7 which a current concentrates, and forms the diffraction grating 5 of the magnitude which reaches to a substrate end face. Also according to this example, the same effectiveness as a previous example is acquired.

[0016] Drawing 3 (a) and (b) are still more nearly another examples, and are the so-called sectional view and so-called top view of a case of the distribution reflector structure (DBR structure) where the active region by which current impregnation is carried out, and the field of a diffraction grating 5 were separated. In the case of this example, selective etching of a part of up cladding layer 4 of the wafer formed to the up cladding layer 4 like the previous example is carried out, the waveguide road layer 8 is exposed, and the diffraction grating 5 of a concentric circle pattern is formed here like a previous example. p draw spike section cladding layer 4 is formed further after that, and the grating lens 10 of a concentric circle pattern is formed in the location which laps with the field of the diffraction grating 5 of this up cladding layer 4. The anode electrode 7 is formed in the field contiguous to the grating lens 10 through the ohmic electrode 6.

[0017] Also in this example, distribution feedback of the light which was excited in the active region of anode electrode 7 directly under, and was guided by the field of a diffraction grating 5 is carried out by this diffraction grating 5 in the direction of 360 degree, and the output light by laser oscillation is taken out above a diffraction grating 5. Moreover, a distribution echo is carried out like the usual DBR laser, and a part of light amplified in the field of a diffraction grating 5 returns to the active region [directly under] of the anode electrode 7. Thereby, the same circular focusing light beam 11 as a previous example can be obtained.

[0018]

[Effect of the Invention] As stated above, according to this invention, a circular output light beam is perpendicularly taken out to a substrate side using the secondary diffraction grating of a concentric circle pattern, and the surface-emitting type semiconductor laser which made association to a fiber easy for this as a focusing light beam with the grating lens further can be obtained.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The configuration of the DFB laser concerning one example of this invention is shown.

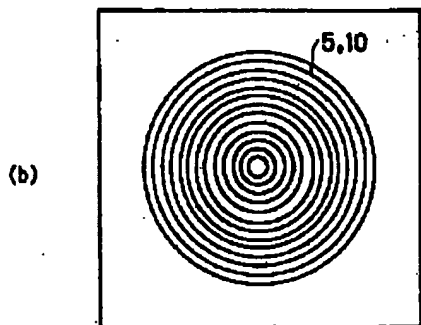
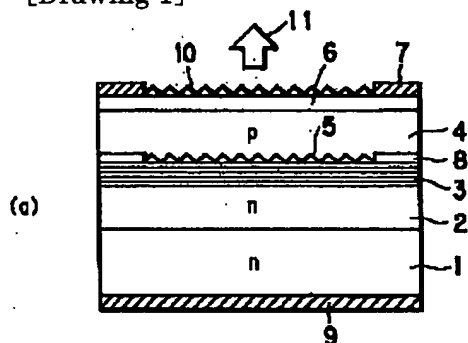
[Drawing 2] The configuration of the DFB laser of other examples is shown.

[Drawing 3] The configuration of the DFB laser of other examples is shown.

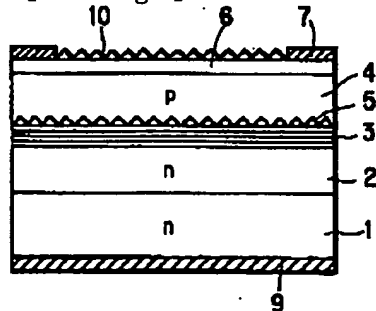
[Description of Notations]

1 -- An up cladding layer, 5 / -- A diffraction grating, 6 / -- An ohmic contact layer, 7 / -- An anode electrode, 8 / -- A waveguide road layer, 9 / -- A cathode electrode, 10 / -- A grating lens, 11 / -- Circular focusing light beam.] -- A semi-conductor substrate, 2 -- A lower cladding layer, 3 -- A barrier

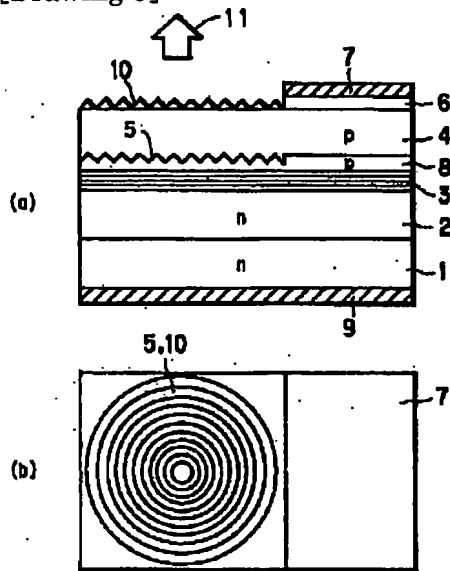
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 S 3/18

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-6833

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月17日

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 関口 利貞

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ

クラ佐倉工場内

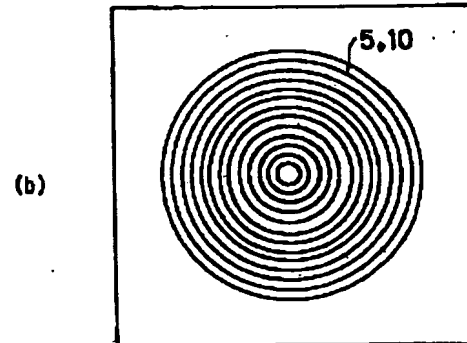
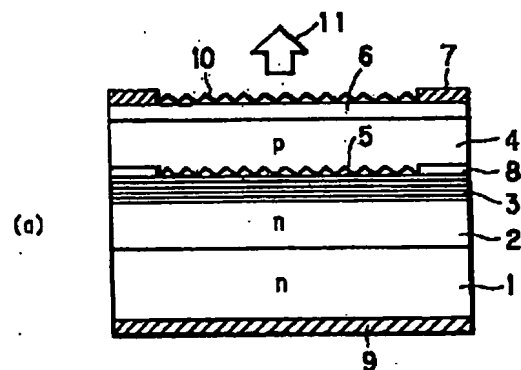
(74) 代理人 弁理士 伊丹 勝

(54) 【発明の名称】 面発光型半導体レーザ

(57) 【要約】

【課題】 円形の集束光ビームを取り出して効率的にファイバに結合することを可能にすると共に、劈開を行うことなく良否判定を行い得るようにした回折格子を利用した面発光型半導体レーザを提供する。

【解決手段】 n型半導体基板1にn型下部クラッド層2、i型活性層3を含む導波路層及びp型上部クラッド層4が順次形成され、導波路層に沿って光の分布帰還のための回折格子が形成されたDFB型の半導体レーザであって、回折格子5は同心円パターンを描く2次の回折格子として、その同心円パターンの中心を中心として基板表面に平行な面内で360°方向にレーザ共振器を構成し、得られるレーザ光を回折効果により基板表面に垂直の方向に取り出すようにすると共に、回折格子5が形成された領域の基板表面に同心円パターンのグレーティングレンズ10を形成して取り出される円形の出力光ビームを集束光ビーム11とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板に下部クラッド層、活性層を含む導波路層及び上部クラッド層が順次形成され、前記導波路層に沿って光の分布帰還のための回折格子が形成された半導体レーザであって、

前記回折格子は同心円パターンを描く2次の回折格子として、その同心円パターンの中心を中心として基板表面に平行な面内で 360° 方向にレーザ共振器を構成し、得られるレーザ光を回折効果により基板表面に垂直の方向に取り出すようにすると共に、

前記回折格子が形成された領域の基板表面に取り出される円形の出力光ビームを集束光ビームとするための同心円パターンのグレーティングレンズを形成してなることを特徴とする面発光型半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、回折格子を利用した面発光型半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、単一縦モードの半導体レーザとして、DFB (Distributed Feed-Back) レーザやDBR (Distributed Bragg Reflector) レーザが知られている。DFBレーザは、電流注入がなされる活性領域で光の分布帰還を行うのに対し、DBRレーザは活性領域とは離れた活性領域の両側（または片側）に分布反射器を構成する点で異なるが、基本的に回折格子による光の分布帰還を利用する点で共通する。従って以下、DFBレーザをDBRレーザを含む回折格子型の半導体レーザの総称として用いる。DFBレーザは他の多くの半導体レーザと同様に基板表面と平行方向に出力光を射出する端面放射型である。この端面放射型では、出力光の垂直方向の拡がり角と水平方向の拡がり角とを同じにすることは難しく、従って出力光のファイバ等への結合効率がよくない。また、アセンブリも難しく、特に3次元的に光結合を行うような大容量ファイバ通信その他の高能光集積回路システムを構築するには、不向きである。

【0003】これに対して近年、基板表面に垂直方向にレーザ出力光を取り出す面発光型半導体レーザが種々提案されている。面発光型半導体レーザは、大きく垂直型と水平型の2方式に分けられる。垂直型は、基板表面に垂直な方向にファブリ・ペロー型共振器を構成するもので、室温連続発振も報告されている。水平型は、通常のレーザと同様に基板表面に水平に共振器を構成して、回折格子等を用いて垂直方向に光を取り出すものであり、代表的には2次の回折格子を用いたDFBレーザがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】垂直型の面発光半導体レーザは、製造工程が複雑であり、また水平型と異なり反射ミラーは劈開面ではないから高反射率のミラーを得

ることが難しいといった問題がある。これに対して、回折格子型の面発光半導体レーザは、従来のDFBレーザの製造技術をほぼそのまま利用できる点で有利である。しかし、通常のDFBレーザの構造では発光面が数 $100\mu\text{m}$ という細長いものとなり、従ってファイバに対して効率的に結合することも難しいという問題がある。また通常のDFBレーザでは、例えば二つの劈開面の一方を100%反射ミラーとし、他方を反射防止膜をコーティングした出射端として利用することが行われるため、最終的に劈開しないと、良否が判定できないという問題もある。

【0005】この発明は、上記事情を考慮してなされたもので、円形の集束光ビームを取り出して効率的にファイバに結合することを可能にすると共に、劈開を行うことなく良否判定を行い得るようにした回折格子を利用した面発光型半導体レーザを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明は、半導体基板に下部クラッド層、活性層を含む導波路層及び上部クラッド層が順次形成され、前記導波路層に沿って光の分布帰還のための回折格子が形成された半導体レーザであって、前記回折格子は同心円パターンを描く2次の回折格子として、その同心円パターンの中心を中心として基板表面に平行な面内で 360° 方向にレーザ共振器を構成し、得られるレーザ光を回折効果により基板表面に垂直の方向に取り出すようにすると共に、前記回折格子が形成された領域の基板表面に取り出される円形の出力光ビームを集束光ビームとするための同心円パターンのグレーティングレンズを形成してなることを特徴としている。

【0007】この発明によると、同心円パターンを描く2次の回折格子を用いて、 360° 方向にレーザ共振器を構成している。ある任意の断面に着目すれば、従来提案されている面発光型のDFBレーザと同様であり、活性層で励起された光が回折格子で分布帰還されてレーザ発振すると同時に、一部は回折して基板面に垂直方向に取り出される。また垂直方向に回折された光の一部は更に基板表面でフレネル反射して回折格子により再度導波路層に結合する。以上の動作が回折格子の中心を中心とする 360° の全方向について行われて、劈開面による反射を利用することなく、回折格子パターンの中心に光強度のピークを持つ円形の出力光ビームが得られ、これが基板表面に形成されたグレーティングレンズによりレンズ焦点位置に集光する円形の集束光ビームとなる。出力は、DFBにより単一縦モードとなる。

【0008】従ってこの発明によると、円形の出力光ビームが得られかつこれがグレーティングレンズにより絞られて集光されるから、ファイバ等への結合に際して高い結合効率が得られる。また、レーザ共振に劈開面の反

射を利用しないから、劈開によらずチップの良否判定を行うことができる。また、平面レーザアレイの作製が容易であり、これにより3次元光集積回路の構築が容易になる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。図1(a)(b)はこの発明の一実施例に係る面発光型DFBレーザの断面図と平面図である。n型の半導体基板1(好ましくは、バッファ層が形成されている)の上に、n型の下部クラッド層2、i型の活性層3及びp型の上部クラッド層4が順次形成されている。活性層3はこの実施例の場合、下部クラッド層2及び上部クラッド層4より屈折率の大きい材料からなるMQW構造を有し、これがほぼそのまま導波路層となる。

【0010】活性層3はこの実施例の場合、基板全域に形成されており、その上部クラッド層4との界面近くに、同心円パターンをなして2次の回折格子5が形成されている。即ち同心円パターンを描く回折格子5全体の下部に活性層3がある。この同心円パターンの回折格子5は、例えば次のようにして作る。活性層3が形成されたウェハに薄い導波路層8を形成し、この導波路層8上にレジストを塗布して、電子ビーム露光を行う。電子ビーム露光は、電子ビームをその露光量分布を調整しながら走査する。そしてレジストを現像して、ある断面で膜厚が三角波状の繰り返しとなるレジストパターンを形成して、これを用いて導波路層8をエッチングする。

【0011】この様に回折格子5が形成された上に上部クラッド層4が積層され、更にオーミックコンタクト層6が形成されて、この上に回折格子5の領域に重なるように同心円パターンのグレーティングレンズ10が形成される。このグレーティングレンズ10は、例えばガラス層により、基本的に回折格子5と同様の手法で形成される。このとき、電子ビームの露光走査時間をコントロールすることにより、外側に行く程ピッチが小さくなるいわゆるチャープグレーティングとなる。そしてグレーティングレンズ10の外側にアノード電極7が形成され、基板1の裏面には全面にカソード電極9が形成される。

【0012】具体的にInP系のDFBレーザの場合であれば、基板1、下部クラッド層2及び上部クラッド層4には、InPを用い、活性層3は、少しずつ組成比 x, y を異ならせた $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$ 層を交互に複数層積層してMQW構造を作る。導波路層8はInGaAsP層とする。

【0013】この実施例によるDFBレーザは、回折格子5の中心を通る断面も図1(a)に示す断面構造となり、回折格子5の中心を中心とする 360° 方向にDFB共振器が構成されたことになる。そして、レーザ共振により得られた光の一部は2次の回折格子5により

基板表面に垂直方向に取り出される。回折格子5により上方に回折された光の一部は、基板表面でフレネル反射を起こして活性層3に戻され、これにより同心円パターンの回折格子5の中心で励起光がピークとなる定在波が立つ。そして同心円パターンのグレーティングレンズ10により、図1(a)に示すように、円形の集束光ビーム11が得られる。

【0014】この実施例によると、DFB共振器により単一縦モードのレーザ発振が得られることは勿論、同心円パターンの回折格子5とグレーティングレンズ10により円形の集束光ビーム11とされて、ファイバに効率的に結合することが可能になる。またレーザ共振に劈開面の反射を利用していないから、劈開を行うことなく、ウェハ段階でチップの良否判定を行うことができる。更に、平面レーザアレイの作製も容易であり、三次元的な高機能光集積回路を構築することが可能になる。

【0015】図2は、図1の実施例を僅かに変形した実施例である。図1の実施例では、回折格子5を電流の集中するアノード電極7の直下の領域を避ける形でほぼ基板全面に形成したのに対し、図2は電流が集中するアノード電極7の領域にオーバーラップする形で、基板端面まで達する大きさの回折格子5を形成している。この実施例によっても、先の実施例と同様の効果が得られる。

【0016】図3(a)(b)は、更に別の実施例であり、電流注入される活性領域と回折格子5の領域を分離したいいわゆる分布反射器構造(DBR構造)の場合の断面図と平面図である。この実施例の場合、先の実施例と同様に上部クラッド層4まで形成されたウェハの上部クラッド層4の一部を選択エッチングして導波路層8を露出させ、ここに先の実施例と同様に同心円パターンの回折格子5を形成する。その後更にp型上部クラッド層4を形成し、この上部クラッド層4の回折格子5の領域に重なる位置に同心円パターンのグレーティングレンズ10を形成する。グレーティングレンズ10に隣接する領域にはオーミック電極6を介してアノード電極7を形成する。

【0017】この実施例においても、アノード電極7直下の活性領域で励起されて回折格子5の領域に導波された光は、この回折格子5により 360° 方向に分布帰還され、レーザ発振による出力光が回折格子5の上方に取り出される。また回折格子5の領域で増幅された光の一部は通常のDBRレーザと同様に分布反射されてアノード電極7の直下の活性領域に帰還される。これにより、先の実施例と同様の円形集束光ビーム11を得ることができる。

【0018】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、同心円パターンの2次の回折格子を用いて円形出力光ビームを基板面に垂直方向に取り出すようにし、更にこれをグレーティングレンズにより集束光ビームとして、ファ

イバへの結合を容易にした面発光型半導体レーザを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例に係るDFBレーザの構成を示す。

【図2】 他の実施例のDFBレーザの構成を示す。

【図3】 他の実施例のDFBレーザの構成を示す。

【符号の説明】

1…半導体基板、2…下部クラッド層、3…活性層、4…上部クラッド層、5…回折格子、6…オーミックコンタクト層、7…アノード電極、8…導波路層、9…カソード電極、10…グレーティングレンズ、11…円形集束光ビーム。

【図1】

【図2】

【図3】

